

# Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria

Radu Bogdan Toma<sup>1</sup> e Ileana M. Greca<sup>2</sup>

Universidad de Burgos

<sup>1</sup>rtx0001@alu.ubu.es, <sup>2</sup>imgreca@ubu.es

## Resumen

En este trabajo presentamos un modelo didáctico que usa la metodología de indagación dentro de la perspectiva STEM. Se ofrece el soporte teórico de la propuesta, y se acompaña de ejemplos sobre cómo implementar un programa de estas características en Educación Primaria.

## Palabras clave

STEM, metodología de indagación, Educación Primaria.

## Introducción

En los últimos años, cada vez menos jóvenes parecen interesados en problemas de índole científico-tecnológica. Este hecho se refleja en el incremento del número de estudiantes que finalizan la etapa de estudios formales sin una cualificación en ciencia y en el considerable descenso de matrículas en carreras científicas. Ante este desafío, varias han sido las propuestas que recientemente han aparecido para revertir esta situación. Dentro de ellas, se encuentran las que encajan en el amplio espectro STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) que propone la concepción de las diversas disciplinas como una entidad cohesionada cuya enseñanza sea integrada y coordinada, tal y como se utilizan en la resolución de problemas del mundo real (Sanders, 2009). En paralelo con la implementación de programas STEM desarrollados para favorecer la alfabetización científica en el alumnado, se argumenta que una de las principales causas del desinterés por estas disciplinas se debe a una actitud negativa hacia la ciencia, siendo un reto, como indican Osborne y Dillon (2008), volver a imaginar la educación científica para el mundo moderno que satisfaga las necesidades de todos los estudiantes, dado que existen deficiencias en el currículo, las estrategias didácticas y pedagógicas, y en la evaluación. Por otra

lado, nuevos estudios cuestionan la edad en que se desarrollan las denominadas «vocaciones científicas». Aunque tradicionalmente los 14-16 años eran considerados como el momento apropiado para mejorar el interés por la ciencia, investigaciones recientes sugieren que dichas vocaciones están mayormente formadas y establecidas antes de esas edades (ibid, p. 18). Así, numerosos estudios sugieren la necesidad de un mayor énfasis en la educación científica perteneciente a la etapa de Educación Primaria, con estrategias didácticas renovadas (Rocard et al., 2007) a el fin mejorar las actitudes hacia la ciencia de los alumnos antes del inicio de la Educación Secundaria. Por otra parte, se ha mostrado que existe una fuerte relación positiva entre las experiencias de los alumnos con la ciencia en la escuela y la elección de futuros estudios en las disciplinas STEM (Tai et al., 2006). Por ello, en este trabajo presentamos un modelo didáctico en este sentido, usando la indagación dentro de la perspectiva STEM, que pretende mejorar la actitud del alumnado hacia la ciencia desde niveles elementales.

### **Marco teórico**

#### *La educación STEM y las vocaciones científicas*

STEM es el acrónimo que se utiliza para aludir al estudio y la práctica profesional en diversas áreas de la ciencia, tecnología, ingeniería, y matemáticas. Fruto del escaso número de estudiantes que adquieren las competencias pertinentes a las disciplinas científicas, estas siglas están siendo adoptadas actualmente como foco central de los programas que pretenden revertir este fracaso generalizado. No obstante, las concepciones sobre lo que implica STEM a menudo varían entre los autores. Así, mientras que la mayoría de propuestas defienden una educación STEM de cada disciplina por separado, otros defienden un enfoque multidisciplinar. Pese a ello, en general, el significado de la educación STEM se refleja en sus principales objetivos: (a) responder a los desafíos económicos presentes en todas las naciones, (b) identificar las necesidades de los trabajadores que requieren un conocimiento más flexible y nuevas habilidades para ajustarse a los requisitos laborales y sociales actuales, y (c) hacer hincapié en la necesidad de solucionar los problemas tecnológicos y medioambientales a través de la alfabetización científica de los estudiantes.

En la exhaustiva revisión de programas STEM realizada en 2013, Hill y Associates (2013) indican que (1) hay una ausencia de estudios empíricos y marco teórico para guiar el diseño y la implementación de programas STEM, (2) la gran mayoría de propuestas se desarrollan en horario extracurricular, y (3) los programas, generalmente, tienen como destinatarios los alumnos de Educación Secundaria y sus familias. A pesar de ello, consideramos que la implementación de la Educación STEM es más pertinente y viable en la etapa de Educación Primaria ya que el desinterés por la ciencia en los estudiantes comienza desde edades anteriores a la Educación Secundaria, siendo este impacto aún mayor en las

niñas (Abell y Lederman, 2006). Por otra parte, en el marco de un posible currículo integrado, es poco probable y realista que un enfoque de estas características pueda ser implementado en la Educación Secundaria, por la organización curricular y la formación del personal docente. Sin embargo, en Educación Primaria, en general, los maestros ya imparten la mayoría de las asignaturas a una misma clase de estudiantes, por lo que un tratamiento interdisciplinar e integrado de estas materias no sería un cambio tan radical para este nivel educativo.

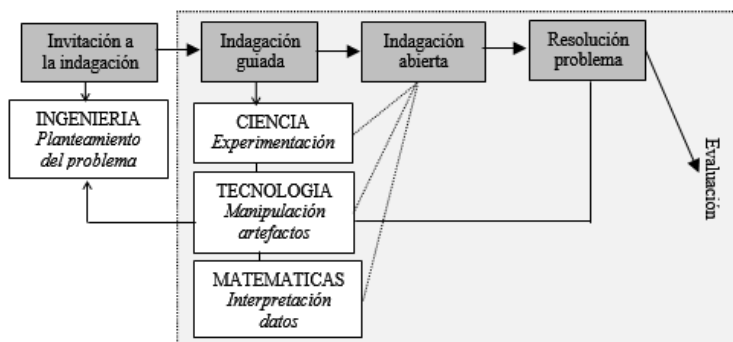
### *La metodología de indagación escolar*

El término «indagación» ha ocupado en los últimos años un lugar destacado en la educación científica; sin embargo, su definición está sujeta a concepciones diferentes que dan lugar a una amplia variedad de enfoques. Para nosotros, aprender ciencia y sobre ella requiere actividades de enseñanza y aprendizaje que incluyan el análisis de cuestiones científicas a través del uso y del desarrollo de numerosas habilidades (identificación de variables, propuesta, planificación y realización de experimentos, interpretación de datos); el desarrollo de explicaciones y modelos usando evidencias; y la extracción, discusión y presentación de resultados (NRC, 1996). Se trata de una estrategia que procura facilitar la construcción del aprendizaje a partir de la interacción del alumnado con los objetos del medio ambiente que le estimulan, despiertan su curiosidad, y fomentan el desarrollo de pensamientos de orden superior y la resolución de problemas. Estas necesidades se vienen demandando en el sistema educativo español en todas las reformas.

### **Nuestro modelo interdisciplinar de educación STEM**

El modelo que proponemos para iniciar a los estudiantes de la escuela Primaria en la perspectiva STEM utiliza la metodología de la indagación. Se inspira en una indagación de tipo acoplada (Martin Hansen, 2002) y puede ser implementado dentro del currículo habitual de los distintos cursos de la Primaria. Cuenta con cinco fases en las que se trata de englobar cada disciplina STEM. Así, en la primera, el maestro plantea un problema de ingeniería que sirve como contexto para enseñar un contenido de ciencia. A continuación, se lleva a cabo una indagación guiada en la que los alumnos emplean instrumentos y dispositivos (tecnología) para diseñar y realizar experimentos (ciencia), y registran e interpretan datos (matemáticas) siguiendo unas pautas marcadas por el maestro. La tercera fase consiste en una indagación abierta en la que los estudiantes deben discutir los resultados obtenidos en la indagación guiada y proponer nuevas preguntas investigables necesarias para la resolución del problema inicial (incluyendo el planteamiento de hipótesis, diseño del plan de experimentación, y la forma de registrar los datos). De esta forma, los estudiantes plantean sus indagaciones abiertas teniendo como apoyo las referencias estándar de la indagación guiada, lo que les permite explorar de una manera más didáctica los contenidos específicos del temario, y conectar sus

nuevas experiencias con los conceptos abstractos para así resolver el problema inicial (cuarta fase). Por último, el maestro propone una posible aplicación tecnológica del descubrimiento, siendo ésta la evaluación del trabajo realizado.



**Figura 1.** Propuesta para trabajar en ed. Primaria la orientación STEM

El siguiente es un ejemplo de la aplicación de este modelo para el tema de máquinas simples, que pertenece al currículo de esta etapa:

**1ª fase: Invitación a la indagación.** El maestro introduce el siguiente problema: «¿Cómo transportaban los egipcios los bloques de piedra de las pirámides sin poseer las máquinas actuales?». Se predice y debate sobre aquello que influye en el movimiento de un objeto, identificando así las ideas previas del alumnado.

**2ª fase: Indagación guiada.** El maestro crea un conflicto cognitivo en las ideas previas del alumnado, y les indica cómo construir tres máquinas simples con piezas LEGO™: poleas, planos inclinados, y palancas. En cada máquina, se ata una bolsa de reducidas dimensiones en la que se introducen monedas hasta que se eleva el bloque a transportar. Posteriormente, los alumnos determinan con el dinamómetro la fuerza ejercida por las monedas para mover el bloque de piedra. Se repite el experimento cambiando el tamaño y el peso del bloque de piedra.

**3ª fase: Indagación abierta.** Los alumnos exponen sus resultados y discuten nuevas variables que podrían incidir en la fuerza necesaria para mover el bloque usando las máquinas simples, como la inclinación o rugosidad de la superficie del plano, el tipo de palanca, o si se trata de una polea simple o compuesta. Después, plantean nuevas hipótesis, realizan experimentos y elaboran conclusiones.

**4ª fase: Resolución del problema inicial.** Con los resultados de la indagación guiada, indagación abierta y otros materiales de apoyo (p. ej. libro de clase), los alumnos crean una maqueta con materiales LEGO™ en la que se represente el

recorrido de un bloque de piedra desde su lugar de origen hasta la hipotética pirámide, señalando de qué forma se utilizarían las máquinas simples para superar los obstáculos encontrados en el desierto.

*5ª fase: Evaluación.* Los alumnos plasman lo aprendido en un mural, y proponen una aplicación tecnológica de las máquinas simples en la actualidad.

## Conclusiones

En este trabajo se ha presentado un modelo para la educación STEM que utiliza diversos tipos de indagaciones y estrategias didácticas para atender las necesidades específicas de las clases de ciencia. Esta propuesta ha sido probada durante 15 sesiones en el contexto real del aula de un colegio concertado y otro público, con un total de 96 estudiantes del cuarto curso de Educación Primaria. Los resultados muestran que conforme se desarrolla y participa en el programa, las actitudes de los estudiantes parecen ser más positivas, y disminuye el rechazo por la asignatura de Ciencias Naturales (Ver Toma, 2015). Consideramos que entender la forma en que las diferentes disciplinas STEM convergen en la resolución de problemas reales puede ayudar a los niños a modificar su concepción y actitudes hacia la ciencia.

## Referencias bibliográficas

Abell, S. y Lederman, N. G. (2006). *Handbook of research on science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Martin Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, 69 (2), 34-37.

National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Osborne, J. y Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: The Nuffield Foundation.

Rocard, M. et al. (2007). *Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68 (4), 20-26.

Tai, R. H., Qi Liu, C., Maltese, A. V. y Fan, X. (2006). Planning early for careers in science. *Science*, 312, 1143-1145.

Toma, R. B. (2015). *Fundamento, desempeño e inconvenientes de la indagación escolar*. [Trabajo Fin de Grado]. Burgos: Universidad de Burgos.

Hill, D. y Associates (2013). Understanding Integrated STEM Education: Report on a National Study. *120th ASEE Annual Conference & Exposition*.